

Литература

1. Хартовский В. Е., Урбан О. И. *Управление линейными автономными алгебро-дифференциальными системами посредством динамических регуляторов* // Весті НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. 2014. № 1. С. 36–42.

2. Урбан О. И. *К вопросу успокоения решения линейной автономной алгебро-дифференциальной системы с запаздыванием в управлении посредством динамического регулятора* // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2015. Т. 25. Вып. 2. С. 367–377.

УПРАВЛЯЕМОЕ И НЕУПРАВЛЯЕМОЕ ДВИЖЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В ОКРЕСТНОСТИ КОЛЛИНЕАРНОЙ ТОЧКИ ЛИБРАЦИИ

А.С. Шмыров, В.А. Шмыров

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
{a.shmyrov,v.shmyrov}@spbu.ru

Большинство современных космических проектов реализуется в околоземном пространстве. Окрестности коллинеарных точек либрации L_1 и L_2 системы Солнце — Земля, находящиеся на расстоянии порядка 1,5 млн км от центра Земли, также относятся к этой области космического пространства. Коллинеарные точки либрации являются модельными понятиями задачи трех тел и ее различных модификаций, и являются неустойчивыми [1]. Для длительного пребывания космического аппарата (КА) в окрестности космической точки либрации требуется применение управляющего воздействия [2–5].

В данной работе мы ставим целью построение управления, переводящего КА на многообразии ограниченных траекторий, на котором КА может пребывать длительное время в окрестности точки либрации без управления [3, 5]. Исследование проводится в рамках уравнений Хилла для круговой задачи трех тел. Построение такого многообразия, а также оптимизационная задача реализуется в рамках линеаризованных уравнений. Проводится численный эксперимент, в рамках КА переходит на траектории, близкие к этому многообразию. Оценивается промежуток времени, в течение которого КА находится на этих траекториях без управления, а затем уходит из окрестности точки либрации. Численное моделирование, с управлениями, полученными по линейному приближению, проводится для двух моделей — для уравнений Хилла и уравнений круговой задачи трех тел. Оценивается влияние нелинейности уравнений Хилла и уравнений задачи трех тел на время нахождения КА в окрестности точки либрации.

На рис. 1 приведен график движения в окрестности точки либрации на временном промежутке порядка 2 лет с управлением, реализующим переход на такое многообразие в пространстве положений (x_1, x_2, x_3) . Точка либрации L_1 имеет координаты $(x_1 = 1, x_2 = 0, x_3 = 0)$, начальные данные в пространстве положений $(x_1 = 1.05, x_2 = 0, x_3 = 0.05)$.

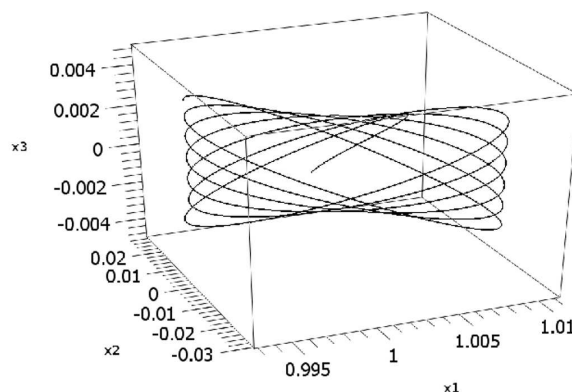
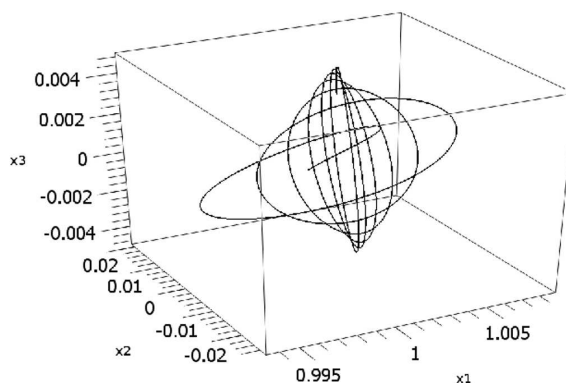


Рис. 1.

На рис. 2 приведен график движения КА на временном промежутке порядка 2 лет с управлением, полученным при решении оптимизационной задачи со смешанным функционалом. начальные данные такие же как и для первого графика.



Р и с. 2.

Графики построены в рамках модели круговой ограниченной задачи трех тел во вращающейся системе координат.

Работа выполнена при поддержке гранта СПбГУ 9.37.345.2015.

Литература

1. Маркеев А. П. *Точки либрации в небесной механике и космодинамике*. М.: Наука, 1978.
2. Шмыров В. А. *Стабилизация управляемого орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации L_1* // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. 2005. Вып. 2. С. 193–199.
3. Shmyrov A., Shmyrov V. *Controllable orbital motion in a neighborhood of collinear libration point* // Applied Mathematical Sciences. 2014. Vol. 8, no. 10. P. 487–492.
4. Шмыров А. С., Шмыров В. А. *Об асимптотической устойчивости по отношению к части переменных орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации* // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. 2009. Вып. 4. С. 250–257.
5. Шмыров А. С., Шмыров В. А. *Синтез оптимального управления орбитальным движением в окрестности коллинеарной точки либрации* // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1: Математика, Механика, Астрономия. 2012. Вып. 4. С. 139–146.

ON THE INTERCEPTION CELESTIAL BODY PROBLEM IN THE NEAR-EARTH SPACE WITH USING THE COLLINEAR LIBRATION POINTS

D.V. Shymanchuk

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia
d.shimanchuk@spbu.ru

Consider the motion of an celestial body like asteroid under the gravitational attractions of two primaries masses: the Earth and the Sun. The study of the motion of such celestial bodies is known as restricted three body problem. Furthermore, if we assume that primaries are moving in circle around their center of mass then we get the model of the circular restricted three body problem. Under this model, the equations of control motion of a celestial body in a rotating reference frame $Ox_1x_2x_3$ using Hill's problem for solar potential can be represented in the form

$$\dot{x}_1 = x_2 + y_1, \quad \dot{y}_1 = -\frac{3x_1}{\|\mathbf{x}\|^3} + 2x_1 + y_2 + u_1,$$